ChinaXiv合作期刊

引用格式: 杨翠红, 林康, 高翔, 等. "十四五"时期我国粮食生产的发展态势及风险分析. 中国科学院院刊, 2022, 37(8): 1088-1098.
Yang C H, Lin K, Gao X, et al. Analysis on development and risks of China's food production during 14th five-year plan period. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(8): 1088-1098. (in Chinese)

"十四五"时期我国粮食生产的发展态势及风险分析

杨翠红[1,2,3,4] 林 康[1,2,3,4] 高 翔[1,2,3*] 陈锡康[1,2,3] 汪寿阳[1,2,3,4]

1 中国科学院预测科学研究中心 北京 100190
2 中国科学院数学与系统科学研究院 北京 100190
3 中国科学院管理、决策与信息系统重点实验室 北京 100190
4 中国科学院大学 经济与管理学院 北京 100049

chinaXiv:202303.10010v1

摘要 民为国本，粮为民本，如何在"十四五"时期有效保障我国粮食安全，缓解各类潜在风险，是目前亟待解决的问题。文章对"十四五"时期我国粮食生产的发展态势进行展望，并聚焦分析粮食生产的主要风险因素。文章认为"十四五"时期，我国粮食生产将平稳发展，粮食产量呈上升趋势，在"十四五"期末有望达到6.9亿吨以上。提出"十四五"时期我国粮食生产主要面临自然资源约束加剧，劳动力约束加大，种子产业发展缓慢，规模化、机械化程度不高，生产过度集中，以及重大突发事件频发等潜在风险因素。最后，针对上述风险因素提出了政策建议。

关键词 粮食产量，粮食生产，风险，"十四五"时期

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20220118001

粮食生产事关国运民生，是一个国家经济发展和社会稳定的基础，习近平总书记多次强调粮食生产的重要性。然而，粮食生产是自然再生产和经济再生产相互交织的生产过程，这一生产过程存在着巨大的不确定性，导致粮食产业成为风险最高的产业之一[1]。为有效缓解"十四五"时期我国粮食生产风险，本文首先对"十四五"时期粮食生产发展态势进行展望，其次就主要风险因素进行分析，最后提出政策建议。

1 "十四五"时期我国粮食生产的发展态势

总体而言，"十四五"时期我国粮食生产将平稳发展，粮食产量呈上升趋势，在"十四五"期末有望

*通信作者
资助项目：国家社会科学基金重大项目（19ZDA062），国家自然科学基金（72103184、71988101、71974183）
修改稿收到日期：2022年4月27日

chinaXiv:202303.10010v1

达到69 000万吨以上。受种粮补贴、农业税减免等支农惠农政策、农业科技如良种推广等多重利好因素推动，2004—2015年我国粮食生产实现了“12连增”，从2003年粮食产量43 070万吨增至2015年后66 060万吨，年均增幅3.63%①。“十三五”时期虽然有波动（2018年粮食减产372万吨），但总体上粮食生产平稳，产量呈现上升态势，2020年我国粮食产量达到66 949万吨。

习近平总书记多次指出，“我十分关心粮食生产和安全”“手中有粮、心中不慌”，强调“中国人的饭碗任何时候都要牢牢端在自己手上”，把我国粮食安全放在突出位置。特别是在新冠肺炎疫情（以下简称“疫情”）暴发以来，中央多次从战略高度强调国内粮食安全的重要性。2021年我国克服了洪涝等自然灾害，粮食产量达到68 285万吨，比2020年增加2.0%②，实现了较大幅度增产。在目前俄乌冲突、新冠肺炎疫情等严峻的国际形势下，全球粮食安全存在较大不确定性，我国的粮食安全显得愈发重要。预计“十四五”时期，我国粮食生产的政策支持力度将进一步延续，这是支撑我国粮食生产安全的最关键因素。农业技术方面，良种的推广，农业机械化、数字化、智能化升级将助推我国部分粮食单产的提高；粮食种植结构调整方面，目前我国高产型作物的面积占粮食作物比重逐年增加，低产型作物的面积比重降低，这种结构变动对粮食增产总体有利。与此同时，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》也将在中长期为我国粮食生产奠定基础。基于以上因素分析，我们预计“十四五”时期我国粮食生产将平衡发展，粮食产量呈上升趋势。预计“十四五”期末我国粮食产量有望达到69 000万吨以上③，但不排除其间因自然灾害等因素影响产量波动的可能性。

2 “十四五”时期我国粮食生产面临的风险与挑战

根据国务院印发的《国家人口发展规划（2016—2030年）》，我国人口总量预计在2030年达到峰值14.5亿人[2]。与此同时，城镇化的加速推进将带动居民粮食消费升级，推动国内粮食需求持续扩张。根据经济合作与发展组织（OECD）与联合国粮食及农业组织（FAO）的预测，我国粮食总需求量在2029年将达到76 691万吨[3]。考虑到人口扩张和消费升级，我国粮食供需将在今后较长时间内继续维持在脆弱的紧平衡状态。习近平总书记曾强调，“今后一个时期粮食需求还会持续增加，供求紧平衡将越来越紧”。总体来看，“十四五”时期我国粮食生产形势整体向好，但在中长期仍面临许多风险和挑战，实现平稳发展需要克服较多困难。在我国粮食需求刚性增长的背景下，为从生产端奠定我国粮食安全的基础，本文分别从自然资源约束加剧、劳动力约束加大、种子产业发展缓慢、规模化机械化程度不高、生产过度集中、重大突发事件频发6个角度分析我国粮食生产在“十四五”时期面临的风险因素。

2.1 自然资源约束加剧，制约我国粮食生产

粮食生产高度依赖自然资源，其中耕地资源和水资源的投入不可或缺，适宜的气候条件也极其重要[4]。然而，近年来我国极端天气频发，耕地资源和水资源约束持续加大，严重制约我国粮食生产[5]。

2.1.1 我国耕地资源存在数量减少、“非粮化”蔓延等问题，严重威胁我国粮食生产

（1）耕地资源数量的减少给粮食生产带来了巨大的压力。尽管我国一直严守18亿亩耕地红线，但不可

① 笔者根据国家统计局公布的粮食产量数据计算得到。
② 国家统计局关于2021年粮食产量数据的公告.(2021-12-06). http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/202112/t20211206_1825058.html.
③ 该数据为笔者根据所在团队建立的粮食产量预测模型，结合对主要因素的分析，得到的初步预测结果。

ChinaXiv合作期刊

否认的是，我国耕地及可开发为耕地的后备土地资源在逐年减少。根据第三次全国国土调查结果显示④，2019年我国耕地面积为19.18亿亩，自2009年以来全国耕地面积减少了1.13亿亩。我国耕地面积减少的主要原因是工业化和城镇化进程加速，工业化建设和城镇化建设用地挤占农业用地。城镇化进程往往伴随着基础设施的建设及城区空间的扩张，进而导致耕地转变为基础设施用地或者住宅用地，造成大量优质耕地的流失和非可逆性的用途转变[6,7]。已有研究表明，我国工业化和城镇化每年导致约441万亩耕地的减少[8]。

（2）耕地资源质量差、地力透支严重等现象制约了粮食单产的提高，土地污染问题进一步对粮食安全造成了威胁。习近平总书记曾强调，“18亿亩耕地必须实至名归，农田就是农田，而且必须是良田”⑤。但是受农药污染残留、超负荷种植及土壤沙化等因素的影响，我国耕地质量不高，耕地综合生产能力低下[9]。以东北黑土地为例，东北黑土区是我国主要的粮食生产基地，全国约有1/4的粮食生产自东北黑土区。但是多年来，由于人为的高强度开发，黑土层逐渐变浅流失，严重影响了该地区的生态安全和农业可持续发展。根据2019年全国耕地质量等级情况公报⑥，2019年我国有4.44亿亩耕地的质量等级为7—10等（等级越高质量越差），占耕地总面积的21.95%。这部分耕地基础地力较差，生产障碍因素突出，且在短时间内难以得到根本性改善。此外，土地污染问题也频繁导致我国部分地区的粮食产品有毒有害物质超标[10]。例如，近年来湖南省、江西省等地屡屡出现的“镉大米”事件，就是由于耕地中镉金属超标所导致。如果受污染的土地被发现并采取退耕，会直接减少我国粮食耕地面积；而如果受污染的土地没有被发现或短期内无法退耕，则会对我国粮食产品的质量和品牌商誉造成严重损害，长期来看会对我国粮食安全造成更大危害。

（3）耕地“非粮化”现象严重威胁粮食生产。由于粮食种植收益较低，相比而言，种植花卉水果或者建立养殖场能够给农户带来较高利润。因此，受收益率的影响，我国大量粮田改种经济作物，“非粮化”现象进一步挤占粮食作物耕地面积。研究表明，2018年我国耕地“非粮化”面积达到54.47万平方千米，占全国耕地面积总量的32.3%，新疆、海南、上海、浙江、广西、贵州6省份“非粮化”率甚至超过50%[8]。

2.1.2 我国水资源存在总量短缺、空间分布不均及利用率不高等问题，给我国粮食生产带来巨大风险

我国是严重干旱的缺水国家，虽然水资源总量丰富但人均占有量较低。根据世界银行的数据，2017年我国可再生内陆淡水资源为2.8万亿立方米，位列世界第五；但是，人均可再生内陆淡水资源低至2014.7立方米，仅为世界平均水平的35.2%。我国水资源在空间分布上也极其不均。例如，北方地区作为粮食主产区拥有全国54%的耕地面积，水资源占有量却只有全国的36%[11]。水资源南北分配不均的现象导致我国水资源供需不匹配，特别是干旱或者半干旱地区的供需矛盾更加突出。此外，我国农业水资源利用效率与国际领先水平存在一定差距。根据水利部历年发布的《中国水资源公报》，2018年、2019年和2020年我国农田灌溉用水有效利用系数分别仅为0.554、0.559和0.565，而发达国家农业水资源利用率则高达0.7—0.8[4]。根据目前的年均增量进行估计，我国水资源利用率还需要近30年才有可能达到发达国家的下界水平。从中长期来看，随着工业化城镇化的推

④ 第三次全国国土调查主要数据成果发布. (2021-08-26). http://www.gov.cn/xinwen/2021-08/26/content_5633497.htm.
⑤ 学习进行时丨谈到这个问题，习近平每句话都很重. (2021-12-27). http://www.news.cn/politics/xxjxs/2021-12/27/c_1128206537.htm.
⑥ 2019年全国耕地质量等级情况公报. (2020-05-06). http://www.moa.gov.cn/nybgb/2020/202004/202005/t20200506_6343095.htm.

chinaXiv:202303.10010v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.10010v1

进，部分农业用水会被工业用水和城市用水所挤占，加剧我国农业水资源短缺的问题。

2.1.3 全球气候变暖导致极端天气频发，给我国粮食生产造成巨大不确定性

根据FAO发布的《2021年世界粮食安全和营养状况》，近年来全球极端气候事件频繁，遭受极端气候事件的频率⑦从2000—2004年的30%上升至2015—2019年的72%，上升了42个百分点；极端气候事件的影响强度也不断加大，2000—2004年仅有11%的国家遭遇3—4种极端气候⑧，而2015—2020年这一比例上升至52%。特别地，我国一直是全球气候变化的敏感区和影响显著区。根据中国气象局发布的《中国气候变化蓝皮书（2021）》，1951—2020年我国地表年平均气温每10年上升0.26℃，升温速率明显高于全球平均水平；受气候变暖的影响，我国干旱、洪涝及低温等极端气候事件增多增强，气候风险水平逐渐上升。例如，我国1991—2020年气候风险指数平均值为6.8，相比于1961—1990年的平均值（4.3）增加了58%。

极端天气的频发将给我国粮食生产带来巨大挑战。从短期看，目前我国已经形成了拉尼娜事件⑨。受拉尼娜事件的影响，2021/2022年冬季我国平均气温总体偏冷，全国平均气温为－3.2℃，较常年同期偏低0.2℃⑩。特别是2022年2月份，全国平均气温较常年同期偏低2.1℃，为2009年以来历史同期最低⑪。同时，2021年9月至10月上旬的持续降雨造成了北方冬小麦主产区部分地区土壤过湿，腾茬整地困难，冬小麦播种受阻。受强降雨的影响，2021年冬小麦晚播麦比例较大，抗灾能力较差，叠加拉尼娜事件造成的低温天气，可能对我国2022年小麦产量造成负面影响。从中长期看，随着全球气候变暖不断加剧，我国面临的气候问题也将进一步恶化，粮食生产面临的不确定性日益增加。已有研究表明，气候变化可能导致我国水稻、小麦和玉米的产量在21世纪末分别减少36.25%、18.26%和45.10%[12]。因此从中长期来看，极端天气仍是威胁我国粮食生产的重要因素，将给我国粮食生产带来巨大不确定性。

综上，考虑到工业化和城镇化不断推进及全球气候变暖不断加剧，预计耕地资源和水资源约束及极端天气等自然风险将在“十四五”时期持续制约我国粮食生产。

2.2 劳动力约束持续加大，限制我国粮食生产

农业在我国是典型的劳动密集型行业。改革开放40多年来，我国农业劳动力结构发生了深刻变化，农业劳动力供给不足、老龄化现象严重、劳动力素质较低等问题严重制约我国粮食生产。

（1）劳动力短缺问题严重。改革开放以来，我国工业化和城镇化的快速发展导致大量农村劳动力外流，非农就业增长迅速，因此挤占农业劳动力。根据中国经济网数据，2020年我国常住人口城镇化率为63.89%，相比于2006年的44.34%增长了19.55个百分点；第三次全国农业普查数据表明，2016年我国农业劳动力规模为3.14亿人，相比于2006年第二次全国农业普查时的3.42亿人减少了2 800万人。工业化和城镇化的继续推进将对滞留在农业内部的劳动力产生“虹吸效应”，导致留在农村务农的劳动力不断下降。例

⑦ 即一国在每个时期内发生此类事件的年份数。

⑧ 热浪、干旱、洪水或风暴。

⑨ 2021/2022年一次拉尼娜事件形成. (2022-03-07). http://www.cma.gov.cn/2011xwzx/2011xqxxw/2011xqxyw /202 203/t20220 307_592819.html.

⑩ 2021/2022年冬季整体偏冷 降水偏多 雨雪频繁. (2022-03-04). http://www.cma.gov.cn/2011xwzx/2011xqxxw/2011xqxyw/202203/t20220304_592739.html.

⑪ 中国气象局举行2022年3月新闻发布会. (2022-03-01). http://www.scio.gov.cn/xwfbh/gbwxwfbh/xwfbh/qxj/Document/1721037/1721037.htm.

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.10010v1

如，根据《农民日报》的报道，尽管2020年受疫情影响，我国农民工外出数量减少了4.6%，但是2021年前三季度的外出农民工规模已经呈现恢复性增长，农业劳动力转移仍在继续⑫。已有研究表明，在乡村劳动力向非农产业转移占比不断提高的背景下，预计我国第一产业可用劳动力将持续下降，到2025年约为1.67亿人，相比于2018年下降17.4%[13]。

（2）*农业劳动力老龄化问题凸显*。我国人口老龄化进程明显加快，且农村老龄化程度明显高于城镇。根据第七次全国人口普查数据，截至2020年11月1日，我国60岁及以上人口为2.64亿人，占总人口的18.70%，相比于2010年上升了5.44个百分点；农村60岁及以上老年人口占农村总人口的比重为23.81%，比城镇60岁及以上人口占城镇总人口的比例高出7.99个百分点。此外，由于非农就业劳动力主要是青壮年劳动力[14]，随着城镇化工业化的推进，农村非农就业劳动力激增，大量农村青壮劳动力迁徙至城镇；在农村从事农业生产的劳动力则以老年人为主，该现象进一步加剧了农业劳动力老龄化的问题。例如，第二次全国农业普查数据显示，2006年我国农村劳动力中非农就业劳动力占比仅为34.3%，到2015年则增长到了74.9%[15]；第三次全国农业普查数据显示，2016年全国农业生产经营人员中年龄在55岁及以上的人口比例为33.6%，然而10年前农业从业人员中51岁以上的占比仅为32.5%。

（3）*农业劳动力素质较低的现象普遍存在*。根据第三次全国农业普查数据，2016年我国农业生产劳动力受教育程度占比最高的是初中毕业生，占比为48.4%；而高中或中专、大专及以上的比例分别低至7.1%和1.2%。然而，美国在1970年农业劳动力中拥有高中及以上学历的占比就高达52.3%，且该比例逐年上升，在2017年更是达到了87.3%[16]。因此，我国农业劳动力受教育程度较低，整体素质有待提高。同时，我国农业劳动力老龄化问题进一步加剧了我国农业劳动力素质低下的现象。农业劳动力老龄化及素质较低的现状又将抑制农业新技术的推广，制约农业生产机械化、现代化程度的提升，对粮食产量和粮食质量的提升造成双重阻碍，进而威胁未来我国粮食生产的前景。

随着工业化和城镇化的持续推进，我国农业生产劳动力在未来一段时间内将继续维持在供给不足、老龄化严重及素质不高的状态，农业劳动力资源受限对我国未来农业生产构成危险。

2.3 种子产业发展缓慢，制约粮食单产提高

种子是农业生产的“芯片”，是提高粮食单产水平的关键。习近平总书记就曾强调，“农业现代化，种子是基础”。然而，现阶段我国种子产业与国际发达水平存在较大差距，且由于种子培育周期较长，种子产业的缓慢发展将在“十四五”时期制约我国粮食单产的提高[17]。特别地，我国玉米种子存在被外资控制的风险。

目前，我国农业生产中应用的大部分良种均为我国自主研发繁育的，但我国种子行业与发达国家相比仍存在较大差距，面临着一系列短板问题，如部分品种单产水平不高⑬、自主研发能力不强、行业集中度较低等。根据FAO的数据，2020年我国稻谷单位产量为469.5千克/亩，仅为澳大利亚⑭的70.2%；小麦单位产量为382.8千克/亩，仅为新西兰的57.8%；玉米单位

⑫ 农民收入：实现共同富裕目标的路径选择 . (2021-12-04). https://szb.farmer.com.cn/2021/20211204/20211204_003/20211204_003_1.htm.

⑬ 虽然单产水平并非完全由种子质量所决定，但种子是决定粮食单产水平最重要的因素之一，因此本文使用单产水平作为种子质量差距的部分体现。详见 FAO：优种意味着优产 . [2022-04-27]. https://www.fao.org/in-action/producing-quality-seeds-means-quality-yields/zh/.

⑭ 根据FAO数据，澳大利亚、新西兰、约旦、土耳其分别为2020年稻谷、小麦、玉米、大豆单产最高的国家。

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.10010v1

产量为421.2千克/亩，仅为约旦的21.3%；大豆单位产量为132.4千克/亩，仅为土耳其的45.0%。因此，我国部分粮食品种单产水平和世界先进水平之间依然具有较大差距。此外，我国大多数种子企业的研发投入在销售收入中占比均不足3%，远低于国际公认的5%水平线[18]。在中外合资的种子企业中，研发工作也基本由外资垄断，中方难以进入到育种核心环节。与此同时，由于投入高、周期长等壁垒，规模化是种子企业的核心发展逻辑，然而现阶段我国缺乏绝对的龙头企业。即使在中国化工集团公司收购瑞士种业巨头先正达农业有限公司，其董事长接受采访时仍表示，我国前十大种子企业的市场占有率不足20%，远低于全球前十大种子企业60%的市场占有率⑮。行业集中度较低的现状为我国未来的粮食生产埋下隐患，同时也将反过来抑制我国种子企业研发能力的有效提升。

特别地，对于我国玉米种业而言，外资渗透率较高，存在被外资控制的风险，将在中长期对我国玉米产业的发展造成潜在制约风险。研究表明，美国选育的“先玉335”已经成为了东华北春玉米区的第一大品种、黄淮海夏玉米区的第二大品种，约占全国玉米种植面积的1/3。辽宁省作为我国玉米主产地之一，玉米种业基本上被外资品种控制，国产玉米种子市场占有率由原先的70%以上急剧下降到20%以下，“先玉335”则在过去几年里迅速挤占辽宁80%以上的市场。

综上，预计在“十四五”时期我国种子产业发展缓慢的现状将继续制约我国粮食单产的提高，威胁我国粮食安全。

2.4 规模化、机械化程度不高，抑制粮食单产提高

机械化生产是提高粮食单产的重要手段，但目前我国粮食生产规模化程度不高，进而导致全国农业生产机械化程度低下，制约我国粮食单产的提高。

“大国小农”是我国的基本国情农情，土地细碎化问题突出。例如，农业农村部副部长邓小刚在2021年12月指出，目前我国小农户占农业经营户总数的98%以上，约有2.1亿户农户的耕地面积在10亩以下⑯。此外，2018年新型农业经营主体土地流转调查报告显示，截至2017年，我国仅有27.28%的耕地由新型农业经营主体（不含合作社）经营，家庭农场耕地面积平均只有177.30亩；然而，美国同期的户均农场面积超过2 292.86亩，德国同期的户均农场面积从几千到几万亩不等⑰。因此，我国耕地规模化程度仍处在较低水平[19]，与发达国家相比存在较大差距。由于规模化程度不高，农业机械难以在我国粮食生产过程中大规模使用。相比于发达国家而言，我国农业生产机械化程度同样处于较低水平，尤其是播种、收获环节的机械化率有待提高。根据农业农村部农业机械化管理司的数据⑱，2020年我国农作物耕种收综合机械化率为71.25%，其中机播率和机收率分别仅为58.98%和64.56%；然而，日本在2018年就已经实现90%的机械化率，水稻的栽插和收获机械化率更是分别达到了98%和99%[20]。2017年我国每万公顷耕地使用收割机和拖拉机的数量为147台和497台，分别只有日本2008年水平的6.6%和11.4%[21]。土地碎片化及机械化程度较低可能导致劳动生产率和资源利用率低下，进而抑制粮食单产的提高。

由于我国小农经营模式难以在短时间内改变，预计在“十四五”时期我国规模化、机械化程度较低的

⑮ 全国政协常委、中化集团董事长宁高宁：加强种业知识产权立法. (2021-03-11). https://szb.farmer.com.cn/2021/20210311/20210311_003/20210311_003_4.htm.

⑯ 国务院关于加快构建新型农业经营体系，推动小农户和现代农业发展有机衔接情况的报告. (2021-12-21). http://www.npc.gov.cn/npc/c30834/202112/e0995f9916d747e38bcc7deafda97048.shtml.

⑰ 加快土地流转 提升规模经营. (2018-12-19). http://www.gov.cn/xinwen/2018-12/19/content_5350144.htm.

⑱ 2020年全国农业机械化发展统计公报. (2021-09-08). http://www.njhs.moa.gov.cn/nyjxhqk/202109/t20210908_6376013.htm.

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.10010v1

现状将继续制约我国粮食单产的提高，威胁我国粮食安全。

2.5 粮食生产向主产区过度集中，威胁全国粮食生产稳定性⑲

近年来，在国家一系列扶持政策的作用下，我国粮食生产向主产区和少数省份集中的趋势愈发明显，粮食生产重心持续北移。习近平总书记在2021年12月召开的中央经济工作会议中指出，我国粮食供需趋势“过去是南粮北调，现在是北粮南调”。根据Wind数据，2004—2020年，我国13个粮食主产区⑳的粮食产量占全国总产量的比例由72.7%上升到78.6%，特别是黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、河南、山东这7个北方省份的比重明显增加，由40.5%提升到49.9%。与此同时，上述北方7省份的粮食播种面积在全国粮食播种面积中所占比例也在持续增加，从2004年的40.4%增长到了2020年的47.9%。习近平总书记曾强调，“要有合理布局，主产区、主销区、产销平衡区都要保面积、保产量”“主产区、主销区、产销平衡区要饭碗一起端、责任一起扛”。然而，随着粮食生产向北方主产区持续集中，我国粮食产销区的不平衡矛盾日益加剧。例如，13个粮食主产区中仅有6个为粮食净调出省份，11个产销平衡省份中有9个粮食自给率已经下降到58%，7个粮食主销区省份的平均自给率已下降到24%[2]。

在粮食生产向主产区持续集中的背景下，主产区粮食生产的稳定性在保障我国粮食安全中发挥着决定性作用。然而，现阶段我国粮食主产区在粮食生产过程中面临着巨大挑战，如水资源严重匮乏及耕地质量逐年下降。根据《中国统计年鉴》数据，2020年13个主产区水资源占有量仅为全国的47.2%，北方7个粮食主产省份水资源占有量更是仅为全国的12.4%；此外已有研究表明，东北地区高等黑土地和中等黑土地2013—2017年分别减少了23.45%和3.99%[22]。

粮食生产向少数地区高度集中不仅加剧了粮食主产区面临的资源环境压力，更导致全国粮食生产风险激增——因为一旦个别主产区发生重大疫情或者自然灾害，就会导致全国粮食生产受到极大影响。综上，现阶段我国粮食生产过度集中将威胁我国“十四五”时期粮食生产的稳定性。

2.6 重大突发事件频发，威胁粮食生产稳定性

近年来，诸如新冠肺炎疫情、俄乌冲突等国际重大突发事件频发，给我国粮食生产造成了巨大威胁。重大突发事件对我国粮食生产造成的威胁主要体现在劳动力和农资投入受阻。

*（1）重大突发事件可能导致我国农业劳动力投入受限，制约我国粮食生产。*以新冠肺炎疫情例，疫情暴发初期我国政府采取了强有力的人员流动限制措施，导致部分种植大户和规模化生产企业出现了用工难现象。中国农业科学院的一项调查结果显示，在疫情暴发初期有23%的种植主体认为存在劳动力短缺的问题[23]。虽然后期农业农村部、交通运输部等部门纷纷出台相关政策，有效缓解了人员流动限制对农业劳动力供给的影响，但这也提醒了在重大突发事件下农业劳动力投入可能受到一定限制。

*（2）重大突发事件可能导致农资价格上涨，进而给农业生产带来负面影响。*例如，俄罗斯是世界上主要的化肥和能源供应国之一，在俄乌冲突期间，西方各国对俄罗斯的经济制裁和封锁导致全球化肥和能源供给短缺，进而导致全球化肥和能源价格暴涨。由于我国化肥等农资全球化程度较深，受全球价格影响较大，因此，俄乌冲突进一步导致了我国农资价格暴涨，挫伤粮农生产积极性。根据郑州商品

⑲ 主产区粮食单产显著高于非主产区，如果简单地将主产区的生产转移到非主产区，则可能导致粮食产量的下降。因此，本文只是强调粮食生产过度集中存在的客观风险。

⑳ 13个粮食主产区为：黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、河南、山东、四川、江西、湖南、湖北、江苏、安徽。

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.10010v1

交易所数据，我国尿素价格指数从2022年2月25日的2 332.58点涨至2022年3月30日的2 765.96点，涨幅达到18.6%。

近年来国际形势错综复杂，因此，预计在“十四五”时期重大突发事件将继续威胁我国粮食生产的稳定性，给我国粮食安全带来巨大风险。

3 政策建议

通过上文分析，在“十四五”时期我国粮食生产存在着自然资源约束加剧，劳动力约束加大，种子产业发展缓慢，规模化、机械化程度不高，生产过度集中，以及重大突发事件威胁等方面的风险因素。因此，为在“十四五”时期确保我国粮食生产安全，应对潜在风险冲击，本文将分别对上述风险因素提出相应的政策建议。

3.1 加快高标准农田建设，提高农业机械化率，缓解自然资源短缺、极端天气频发等问题

耕地是目前威胁我国粮食生产稳定性的重要因素之一。虽然粮食播种面积难以持续增长，但仍需稳定播种面积，保障基本的粮食生产能力。高标准农田建设、农业机械化和智能化发展可以提升我国耕地抗灾能力；规模化和精细化的作业方式可以达到节水节肥减药的目的，进而充分提高农田可持续利用水平和综合生产能力，提升农业生产效率。因此，一方面要严守18亿亩耕地红线，采取“长牙齿”的硬措施，建设好粮食生产功能区。另一方面要规范土地流转制度，加快高标准农田建设。在高标准农田建设的基础上，建议加快耕地“宜机化”改造，提升机械化水平，大力发展农业科技，推动农业科技创新和体制创新，有效降低自然资源短缺、极端天气频发及土地经营细碎化给农业生产带来的负面影响。

3.2 贯彻落实“乡村振兴”战略，保障农业高素质劳动力供给

农民是粮食生产的主体，农业劳动力短缺将严重制约我国粮食生产。因此，建议各级政府加强对农业和粮食生产有关青年创业项目的资助和政策支持。具体而言，可以减税降费的方式推动新形式农业企业的创业，以人才引进的方式激励大学生投入到现代化农业建设当中。此外，建议加强乡村就业宣传，合理引导人才回流。例如，推行大学生村官政策，解决大学生就业难题的同时借助大学生村官推动农业科技传播，促进农业现代化发展。农业就业要尊重市场规律，农民子女在未来依然是农业就业人员的主要后备军[16]。因此，建议加大农村教育投入，全面提升农民子女基础教育水平，鼓励高素质农业接班人的培育。

3.3 提升我国种业竞争力，保障粮食生产根本

党的十八大以来，我国种业科技和产业发展取得了明显成效，但与国际先进水平相比较，仍然存在研发能力不足和产业“小而散”等突出问题。建议：① 制定政策鼓励种子企业进行研发。例如，给予进行研发的国内种子企业一定扶持和补贴，促进其提高研发投入。② 组织科研单位突破育种关键技术，改进种子企业与科研单位的合作模式，促进科研成果转化为实际生产力。③ 出台政策指导种业资源整合，加快培育具备国际竞争力的产业链一体化种子企业，提高各主粮品种种子行业集中度，增强种子企业抗风险能力。

3.4 发挥各省份粮食生产优势，分散粮食生产风险

近年来粮食生产持续向主产区集中，然而粮食生产向主产区过度集中不利于分散粮食生产风险，将对全国粮食生产造成隐患。为保障我国粮食生产安全，建议政府出台相关政策，合理引导粮食生产，发挥各省份粮食生产优势，压实主产区和产销平衡区的粮食生产责任。具体而言，建议安排资金在主产区实施“休耕轮作计划”，缓解主产区资源环境压力[24]；此外，在科技、经济发达地区，鼓励科技兴农，设立科技种粮的试点和示范区；在耕地条件较好的中原地区，鼓励土地流转，进行规模化示范试点。

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.10010v1

3.5 提前布局应对重大突发事件，降低粮食生产风险

近年来频发的重大突发事件已经对我国粮食生产安全造成了巨大风险。为维护我国粮食生产稳定性，建议：① 提前布局应对重大突发事件的冲击。例如，加强大宗商品价格监测体系，及时捕捉价格异常情况，识别风险等级并制定应对预案，有效防范能源等大宗商品价格上涨对我国农资价格的影响。② 增加临时性农资补贴的同时加强对农业保险和农业再保险的推广和支持力度，降低重大突发事件对农资价格影响的同时增强农民种植收益的稳定性，从而稳定粮农种植积极性。③ 完善应急响应机制，切实做好劳动力供需情况的摸排工作，确保重大突发事件下农业劳动力的正常供给。

3.6 倡导和推行节粮减损行动，增强粮食安全韧性

粮食消费环节的节粮减损和效率提升也是缓解生产端潜在风险冲击的有效手段。为有力保障粮食安全，增强粮食安全韧性，建议：① 加强宣传教育。例如，在学校、社区等场所大力普及节粮减损相关法律法规，宣传报道典型事例，增强社会反粮食浪费意识。② 完善相关用餐制度。例如从党政机关、国企央企所属食堂着手，带头做好节约用餐，纠正粮食浪费行为。③ 建立粮食浪费监测体系，完善粮食浪费评价标准，及时评估粮食浪费程度，严格约束造成粮食过度损耗的行为。

参考文献

1 徐磊, 张峭. 中国粮食主产区粮食生产风险度量与分析. 统计与决策, 2011, 27(21): 110-112.
Xu L, Zhang Q. Risk measurement and analysis of grain production in major grain producing areas in China. Statistics & Decision, 2011, 27(21): 110-112. (in Chinese)

2 杜鹰. 中国的粮食安全战略（下）. 农村工作通讯, 2020, 65(22): 17-21.
Du Y. Food security in China. Newsletter About Work in Rural Areas, 2020, 65(22): 17-21. (in Chinese)

3 朱晶, 臧星月, 李天祥. 新发展格局下中国粮食安全风险及其防范. 中国农村经济, 2021, 37(9): 2-21.
Zhu J, Zang X Y, Li T X. China's food security risks and prevention strategy under the new development pattern. Chinese Rural Economy, 2021, 37(9): 2-21. (in Chinese)

4 何可, 宋洪远. 资源环境约束下的中国粮食安全：内涵、挑战与政策取向. 南京农业大学学报（社会科学版）, 2021, 21(3): 45-57.
He K, Song H Y. China's food security under the constraints of resources and environment: Connotation, challenges and policy orientation. Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition), 2021, 21(3): 45-57. (in Chinese)

5 王浩, 杨贵羽, 杨朝晖. 水土资源约束下保障粮食安全的战略思考. 中国科学院院刊, 2013, 28(3): 329-336.
Wang H, Yang G Y, Yang C H. Thinking of agriculture development in China based on regional water resources and land cultivation. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2013, 28(3): 329-336. (in Chinese)

6 D'Amour, Reitsma F, Baiocchi G, et al. Future urban land expansion and implications for global croplands. PNAS, 2017, 114(34): 8939-8944.

7 Deng X Z, Huang J K, Rozelle S, et al. Impact of urbanization on cultivated land changes in China. Land Use Policy, 2015, 45: 1-7.

8 陈浮, 刘俊娜, 常媛媛, 等. 中国耕地非粮化空间格局分异及驱动机制. 中国土地科学, 2021, 35(9): 33-43.
Chen F, Liu J N, Chang Y Y, et al. Spatial pattern differentiation of non-grain cultivated land and its driving factors in China. China Land Science, 2021, 35(9): 33-43. (in Chinese)

9 陈雨生, 陈志敏, 江一帆. 农业科技进步和土地改良对我国耕地质量的影响. 农业经济问题, 2021, 42(9): 132-144.
Chen Y S, Chen Z M, Jiang Y F. Effects of agricultural science and technology progress and land improvement on cultivated land quality in China. Issues in Agricultural Economy, 2021, 42(9): 132-144. (in Chinese)

10 徐建明, 孟俊, 刘杏梅, 等. 我国农田土壤重金属污染防治与粮食安全保障. 中国科学院院刊, 2018, 33(2): 153-159.
Xu J M, Meng J, Liu X M, et al. Control of heavy metal pollution in farmland of China in terms of food security.

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202303.10010v1

Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2018, 33(2): 153-159. (in Chinese)

11 王转林, 王金霞, 陈煌, 等. “八五”时期以来中国北方灌溉投资的变化趋势及村庄新增灌溉投资的影响因素. 中国农村经济, 2021, 37(8): 103-124.

Wang Z L, Wang J X, Chen H, et al. The changing trend of irrigation investment in Northern China since the Eighth Five-Year Plan period and the factors affecting the new irrigation investment in villages. Chinese Rural Economy, 2021, 37(8): 103-124. (in Chinese)

12 Zhang P, Zhang J J, Chen M P. Economic impacts of climate change on agriculture: The importance of additional climatic variables other than temperature and precipitation. Journal of Environmental Economics and Management, 2017, 83: 8-31.

13 李建伟. 我国劳动力供求格局、技术进步与经济潜在增长率. 管理世界, 2020, 36(4): 96-113.

Li J W. Labor supply and demand pattern, technological progress and potential economic growth rate in China. Management World, 2020, 36(4): 96-113. (in Chinese)

14 黄季焜, 靳少泽. 未来谁来种地：基于我国农户劳动力就业代际差异视角. 农业技术经济, 2015, 34(1): 4-10.

Huang J K, Jin S Z. Who will farm the land in the future: Based on the perspective of the intergenerational difference of rural household labor employment in China. Journal of Agrotechnical Economics, 2015, 34(1): 4-10. (in Chinese)

15 Zhang L X, Dong Y Q, Liu C F, et al. Off-farm employment over the past four decades in rural China. China Agricultural Economic Review, 2018, 10(2): 190-214.

16 苏卫良. 未来谁来种地-基于我国农业劳动力供给国际比较及应对策略选择. 农业经济与管理, 2021, 12(3): 61-70.

Su W L. Who would do farming in the future? Comparative analysis of China’s aging problem of agricultural labor supply with other countries and countermeasure strategical choices. Agricultural Economics and Management, 2021, 12(3): 61-70. (in Chinese)

17 薛勇彪, 种康, 韩斌, 等. 创新分子育种科技 支撑我国种业发展. 中国科学院院刊, 2018, 33(9): 893-899.

Xue Y B, Chong K, Han B, et al. Innovation and achievements of designer breeding by molecular modules in China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2018, 33(9): 893-899. (in Chinese)

18 徐一兰, 傅爱斌, 陈光尧. 中国种业发展的困境与对策. 中国种业, 2020, 39(11): 13-17.

Xu Y L, Fu A B, Chen G Y. Difficulties and countermeasures of seed industry development in China. China Seed Industry, 2020, 39(11): 13-17. (in Chinese)

19 杜鹰. 小农生产与农业现代化. 中国农村经济, 2018, (10): 2-6.

Du Y. Small-scale production and agricultural modernization. Chinese Rural Economy, 2018, (10): 2-6. (in Chinese)

20 杨印生, 陈旭. 日本农业机械化经验分析. 现代日本经济, 2018, 37(2): 77-86.

Yang Y S, Chen X. Japanese experience in agricultural mechanization. Contemporary Economy of Japan, 2018, 37(2): 77-86. (in Chinese)

21 谢玲红, 吕开宇. “十四五”时期农村劳动力转移就业的五大问题. 经济学家, 2020, 32(10): 56-64.

Xie L H, Lv K Y. The five major issues of rural labor force transfer and employment in the “14th Five-Year Plan” period. Economist, 2020, 32(10): 56-64. (in Chinese)

22 张滢. 东北三省典型黑土区耕地数量与质量动态变化研究. 沈阳: 沈阳农业大学, 2020.

Zhang Y. Study on the Dynamic Change of Cultivated Land Quantity and Quality in Three Typical Black Soil Areas of Northeast China. Shenyang: Shenyang Agricultural University, 2020. (in Chinese)

23 宋莉莉, 张琳, 杨艳涛, 等. 新型冠状病毒肺炎疫情对我国粮食产业的影响分析. 中国农业科技导报, 2020, 22(6): 12-16.

Song L L, Zhang L, Yang Y T, et al. Influence of COVID-19 epidemic on China’s grain industry. Journal of Agricultural Science and Technology, 2020, 22(6): 12-16. (in Chinese)

24 辛翔飞, 王济民. 须高度重视我国粮食净调出省份过度集中. 宏观经济管理, 2016, 32(10): 53-55.

Xin X F, Wang J M. Must attach great importance to our country grain net transfer province excessive concentration. Hongguan Jingji Guanli, 2016, 32(10): 53-55. (in Chinese)

ChinaXiv合作期刊

Analysis on Development and Risks of China's Food Production During 14th Five-Year Plan Period

YANG Cuihong[1,2,3,4] LIN Kang[1,2,3,4] GAO Xiang[1,2,3*] CHEN Xikang[1,2,3] WANG Shouyang[1,2,3,4]
（1 Center for Forecasting Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
2 Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
3 Key Laboratory of Management, Decision and Information Systems, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;
4 School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China）

Abstract Food security is crucial to national security. Thus, it is an urgent task to figure out the potential risks that threaten China's food security during the 14th Five-Year Plan period and how to cope with those risks. This paper provides an outlook for the development of China's food production during the 14th Five-Year Plan period, and then points out the potential risks faced by food production. The paper demonstrates that China's food production will achieve a steady development during the 14th Five-Year Plan period, and the grain output will reach more than 690 Mt by the end of the 14th Five-Year Plan period. The paper argues that the main potential risks faced by food production during the 14th Five-Year Plan period include the increasing intensive constraints on natural and labor resources, the slow development of the seed industry, the low degree of scale and mechanization, the over-concentration phenomenon, and the frequent occurrence of major events. In the end, corresponding suggestions are proposed corresponding to the above risks.

Keywords grain output, food production, risks, 14th Five-Year Plan period

chinaXiv:202303.10010v1



杨翠红 中国科学院数学与系统科学研究院研究员，中国科学院管理、决策与信息系统重点实验室主任。中国投入产出学会常务副理事长。曾任国际投入产出协会副理事长。主要研究领域：投入产出技术与经济预测、全球价值链与贸易利益研究、宏观经济分析与政策。E-mail: chyang@iss.ac.cn

YANG Cuihong Professor of Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences (CAS), Director of CAS Key Laboratory of Management, Decision and Informaton Systems. She is currently the Executive Vice President of the Chinese Input-Output Association and was the Vice President of International Input-Output Association (2013–2018). Her main research areas are input-output technique and economic forecasting, global value chain, macroeconomy analysis and policy research. E-mail: chyang@iss.ac.cn



高 翔 中国科学院数学与系统科学研究院博士后，美国伊利诺伊大学香槟分校访问学者。主要研究领域：全球价值链、产业转移、投入产出技术等。主持国家自然科学基金青年项目，在*Cambridge Journal of Regions*、*Economy and Society*、*Journal of Industrial Ecology*、《国际贸易问题》和《管理科学学报》等核心学术期刊发表论文10余篇。E-mail: gaoxiang@amss.ac.cn

GAO Xiang Ph.D. in Management, Postdoctoral Associate of Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences (CAS), visiting scholar of the University of Illinois at Urbana-Champaign. His research focuses on the global value chain, the industry relocation, the input-output techniques, etc. He is undertaking the project sponsored by the Young Scientists Fund of National Natural Science Foundation of China. He has published more than 10 papers in core academic journals such as *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, *Journal of Industrial Ecology*, *Journal of International Trade*, *Journal of Management Science in China*, etc.
E-mail: gaoxiang@amss.ac.cn

*Corresponding author

■责任编辑：张帆